

## **Στρατηγικές μακροχρόνιας διατήρησης ψηφιακών αντικειμένων: εξομοίωση, μετανάστευση και το CAMiLEON project**

**Ανέστης Σίτας  
Εμμανουήλ Πυργιώτης**

*Δημοσιευμένο στο περιοδικό «Βιβλιοθήκες & Πληροφόρηση», τευχ. 18 (2005), σ. 24-33*

### **Εισαγωγή**

Η εξομοίωση (emulation) είναι μια στρατηγική διατήρησης ψηφιακών αντικειμένων. Σύμφωνα μ' αυτήν την τεχνική αναδημιουργείται σε σύγχρονο λογισμικό το τεχνικό περιβάλλον που απαιτείται για να χρησιμοποιήσουμε παλαιά ψηφιακά αντικείμενα, λογισμικά και εφαρμογές. Η μετανάστευση (migration) είναι η διαδικασία της μεταφοράς των δεδομένων από μια πλατφόρμα που υπάρχει κίνδυνος να ξεπεραστεί, σε μια σύγχρονη πλατφόρμα. Η διαδικασία αυτή έχει και κινδύνους και κόστος.

### **Εξομοίωση ή μετανάστευση;**

Ο μεγάλος κίνδυνος που παρουσιάζεται, είναι αυτός που αφορά την απώλεια δεδομένων ή σε μερικές περιπτώσεις την απώλεια της αρχικής λειτουργικότητας ή το πραγματικής «εικόνας» (look and feel) της αρχικής πλατφόρμας. Για αυτούς τους λόγους μια μερίδα ερευνητών βλέπουν την εξομοίωση ως εναλλακτική και ανώτερη στρατηγική. Η ουσιαστική ιδέα πίσω από την εξομοίωση είναι να υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης ή τρεξίματος πρωτογενών δεδομένων και λογισμικού σε μια νέα/τρέχουσα πλατφόρμα με το τρέξιμο λογισμικού στην νέα/τρέχουσα αυτή πλατφόρμα που μιμείται την αρχική πλατφόρμα (S. Granger, 2000).

Η στρατηγική της μετανάστευσης οφείλει να προσδιορίσει ορισμένες βασικές απαιτήσεις για το λογισμικό της μετανάστευσης (P. Wheatley, 2001):

- να διαβάσει το αρχείο του πηγαίου κώδικα και να αναλύσει τις διαφορές μεταξύ αυτού και του format στο οποίο θέλει να πραγματοποιηθεί η μετανάστευση
- να προσδιορίσει και να εκθέσει το βαθμό κινδύνου εάν εμφανιστεί ένας κακός συνδυασμός
- να μετατρέψει με ακρίβεια το αρχείο του πηγαίου κώδικα στις προδιαγραφές του επιδιωκόμενου περιβάλλοντος
- να μπορεί να λειτουργήσει και σε απλά αρχεία και σε μεγάλες συλλογές
- να παρέχει ένα αρχείο των μετατροπών για τον συνυπολογισμό στην τεκμηρίωση του προγράμματος μετανάστευσης.

Η διαδικασία της μετανάστευσης, καθώς τροποποιεί το προς διατήρηση ψηφιακό αντικείμενο, εγείρει πολλές αμφιβολίες για την αυθεντικότητα του ψηφιακού αντικειμένου που προκύπτει. Εάν υιοθετηθεί η εξομοίωση, η πρώτη ερώτηση που τίθεται είναι τι ακριβώς θα εξομοιωθεί. Υπάρχουν τρεις επιλογές (S. Granger, 2000):

- εξομοίωση εφαρμογών,
- εξομοίωση λειτουργικών συστημάτων (operating systems),
- εξομοίωση πλατφόρμων hardware.

Σε κάθε περίπτωση όμως το αρχικό ψηφιακό αντικείμενο δεν δέχεται επεμβάσεις και αλλαγές στον πηγαίο κώδικά του. Η αντίληψη που διέπει τη στρατηγική αυτή

είναι εγγύτερα στην κλασική αντίληψη διατήρησης τεκμηρίων, όπου οι επεμβάσεις είναι απαγορευτικές.

Η εξομοίωση δεν θα μπορούσε να θεωρηθεί ως απάντηση σε όλες τις περιπτώσεις ψηφιακής διατήρησης. Έχει τη δυνατότητα να αποτελεί μέρος του οπλοστασίου που είναι απαραίτητο για την υπεράσπιση της ψηφιακής κληρονομιάς ενάντια στις καταστροφές που προκαλεί ο χρόνος, σε έναν κόσμο όπου η καινοτομία (και ως εκ τούτου η αλλαγή) θεωρούνται πολύ σημαντικά. Ζωτικής σημασίας σε κάθε διατήρηση είναι ο προσδιορισμός των σημαντικών ιδιοτήτων που διαμορφώνουν του στόχους της διατήρησης και, έτσι, τον προσδιορισμό των καταλληλότερων επιπέδων αφαίρεσης που είναι απαραίτητα για να φανερώσει το ψηφιακό αντικείμενο τις ιδιότητες αυτές. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτά τα επίπεδα αφαίρεσης αποτελούν την λειτουργία ενός ενεργού συστήματος υπολογιστή και ο καλύτερος τρόπος για την μακροχρόνια διατήρηση αυτών των επιπέδων αφαίρεσης είναι η εξομοίωσή τους. Έτσι διατηρείται πλήρης πρόσβαση στα πρωτογενή ψηφιακά αντικείμενα.

Υπάρχει και μια άλλη χρήσιμη προσέγγιση, κι αυτή είναι η μετανάστευση κατόπιν αιτήσεως. Τα αρχικά αντικείμενα διατηρούνται και συντηρούνται εκτός από ένα εργαλείο μετανάστευσης που τρέχει σε ένα τρέχον λειτουργικό σύστημα. Αυτή θα υιοθετούταν από τους χρήστες για να μετατρέψει το αρχικό bytestream του αντικειμένου που θέλουν να χρησιμοποιήσουν σε ένα τρέχον σχήμα. Όταν η τρέχουσα πλατφόρμα γίνεται ξεπερασμένη το εργαλείο μετανάστευσης δεν θα λειτουργήσει πλέον, έτσι το πρόβλημα συντήρησης σε αυτήν την περίπτωση στρέφεται προφανώς στη συντήρηση του εργαλείου μετανάστευσης. Για τη μακροζωία ενός εργαλείου μετανάστευσης ισχύουν παρόμοιοι κανόνες που χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη εξομοιωτών.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα σε αυτήν την προσέγγιση μετανάστευσης (P. Wheatley, 2001):

- Ο κώδικας που ερμηνεύει ένα συγκεκριμένο ξεπερασμένο σχήμα χρειάζεται να παραχθεί μόνο μία φορά
- Η πραγματική μετανάστευση εκτελείται κάθε φορά όταν ζητούνται τα ψηφιακά αντικείμενα από τους χρήστες
- Το αρχικό bytestream ερμηνεύεται κάθε φορά και έτσι υπάρχει μόνο μια διαδικασία μετανάστευσης όπου η απώλεια σημαντικών ιδιοτήτων μπορεί να εμφανιστεί
- Η απόδειξη για την αυθεντικότητα του συντηρημένου αντικειμένου είναι απλούστερη
- Μειώνεται ο φόρτος και η πολυπλοκότητα της εργασίας που απαιτείται για την επίτευξη της αντιστρέψιμης μετανάστευσης
- Η συντήρηση του αρχικού bytestream και ενός εργαλείου για την μετανάστευσή του, δεν είναι ασύμβατο με μία παράλληλη στρατηγική εξομοίωσης.
- Γι' αυτό η στρατηγική της μετανάστευσης κατόπιν αιτήσεως εμφανίζεται ως ενδιάμεση στρατηγική ανάμεσα σ' αυτές της μετανάστευσης και της εξομοίωσης.

### **Ο Rothenberg και η εξομοίωση**

Οι απόψεις του Jeff Rothenberg σχετικά με την εξομοίωση παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον και συμβάλλουν καθοριστικά στη συζήτηση αναφορικά με τις τεχνικές διατήρησης των ψηφιακών αντικειμένων.

Φανατικός υπέρμαχος της εξομοίωσης, απορρίπτει την απλή αντιγραφή και τη μετανάστευση ως ενδεδειγμένες λύσεις, παρόλο που δεν αποκλείει την ως τώρα συνεισφορά τους σε θέματα διατήρησης. Γι' αυτόν, ασφαλώς θα ήταν καλύτερο να διατηρηθεί κάτι παρά να μην διατηρηθεί τίποτε. Έτσι, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν

λύσεις, όπως η απλή μορφή αντιγραφής με την έντυπη απεικόνιση του ψηφιακού αντικειμένου (κυρίως αν αυτό που ενδιαφέρει είναι μόνο η διατήρηση του πνευματικού περιεχομένου τους), τα μικροφίλμς και η μετανάστευση. Παραβλέπει όμως πως σε πολλές περιπτώσεις ψηφιακών αντικειμένων, π.χ. τα πολυμεσικά, αυτοί οι τρόποι διατήρησης αποδεικνύονται ανεπαρκείς, καθώς σ' αυτά τα αντικείμενα το πληροφοριακό περιεχόμενο δεν μπορεί να αποσπαστεί από τη μορφή και τη λειτουργία του λογισμικού.

Ειδικά όσον αφορά τη μετανάστευση για την οποία γίνεται η μεγαλύτερη συζήτηση, τη θεωρεί ακατάλληλη ως στρατηγική διατήρησης για τους εξής λόγους (A. Granger, 2000): απαιτεί πολύ εργασία, είναι χρονοβόρα, είναι ακριβή, είναι επιρρεπής σε λάθη, είναι επικίνδυνη (προκαλεί απώλεια ή αλλοίωση των πληροφοριών) και απαιτεί νέες και διαφορετικές λύσεις για κάθε νέο μορφότυπο.

Η εναλλακτική λύση, δηλ. να προσπαθήσουμε να διατηρήσουμε τους παλιούς υπολογιστές σε ειδικά μουσεία υπολογιστών, ώστε να μπορούν αυτοί να "τρέχουν" το παλαιό λογισμικό που θέλουμε να διατηρηθεί, έχει πολλά μειονεκτήματα. Κι αυτό, γιατί (A. Granger, 2000):

- τίποτε δεν μπορεί να μας εξασφαλίσει πως οι παλιοί υπολογιστές θα συνεχίσουν να λειτουργούν επ' άπειρον,
- είναι απίθανο τα παλιά μηχανήματα να λειτουργούν για πάντα με οποιοδήποτε λογικό κόστος,
- τα παλιά ψηφιακά τεκμήρια (και το αρχικό απαιτούμενο λογισμικό για την πρόσβαση σ' αυτά) θα επιβιώσουν με πολύ μεγάλη δυσκολία,
- τα chips των υπολογιστών έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής.

Γι' αυτό, κατά τον Rothenberg, θα πρέπει να επιλεγεί και να εφαρμοστεί η τεχνική της εξομοίωσης. Μάλιστα, τα στοιχεία που θα πρέπει να εξομοιωθούν μέσω της εξομοίωσης είναι οι πλατφόρμες hardware στις οποίες τρέχουν οι εφαρμογές, παρά να γίνει εξομοίωση μιας εφαρμογής ή ενός λειτουργικού συστήματος. Τα σημαντικότερα σημεία για την εφαρμογή της εξομοίωσης σύμφωνα με τον Rothenberg είναι (A. Granger, 2000):

- ανάπτυξη γενικευμένων τεχνικών για τους εξομοιωτές που θα τρέξουν στους άγνωστους υπολογιστές του μέλλοντος που θα μπορούν να συλλάβουν όλες τις ιδιότητες που απαιτούνται για να αναδημιουργηθεί η συμπεριφορά των σημερινών και των μελλοντικών ψηφιακών τεκμηρίων,
- ανάπτυξη τεχνικών για την διάσωση, σε μορφές αναγνώσιμες από άνθρωπο, των μεταδεδομένων για την ανεύρεση, την πρόσβαση και την αναδημιουργία ψηφιακών αντικειμένων έτσι ώστε οι τεχνικές εξομοίωσης να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διατήρησή τους,
- ανάπτυξη τεχνικών σύλληψης (encapsulation) των τεκμηρίων, των συνοδευτικών μεταδεδομένων τους, του λογισμικού και των προδιαγραφών των εξομοιωτών τους με τρόπους που να διασφαλίζουν την συνοχή και την αποφυγή της καταστροφής τους.

### **To CAMiLEON project**

Το CAMiLEON συνέβαλε σημαντικά στη σχετική συζήτηση, τόσο σε θεωρητικό επίπεδο μέσα από τις αρθρογραφίες των μελών του και την ερευνητική τους δράση, αλλά και σε πρακτικές εφαρμογές, με κυριότερη αυτή της εξομοίωσης του BBC Domesday Project. Πολλές φορές η εξομοίωση συγκρίνεται με άλλες τεχνικές διατήρησης, όπως την απλή αντιγραφή ή τα μικροφίλμς, αλλά η βασική σύγκριση λαμβάνει χώρα ανάμεσα στην τεχνική αυτή και την τεχνική της μετανάστευσης.

Την περίοδο που ξεκινούσε το CAMiLEON η κυρίαρχη προσέγγιση για τη διατήρηση των ψηφιακών αντικειμένων ήταν η στρατηγική της μετανάστευσης. Η προσέγγισή του για τη διατήρηση μέσω της εξομοίωσης προσφέρει έναν πρακτικό οδηγό για την συντήρηση πολύπλοκων ψηφιακά αντικειμένων, όσον αφορά στην τεχνική και οικονομική δυνατότητα. Ο εξομοιωτής θα πρέπει συνεχώς να εξελίσσεται. Αυτή η διαδικασία εξέλιξης του εξομοιωτή είναι στην ουσία μια μορφή μετανάστευσης. Αυτό δεν σημαίνει πως η μετανάστευση είναι πάντα καλύτερη από την εξομοίωση, αλλά σημαίνει πως μερικά συστήματα μπορούν να δουλέψουν σε περιβάλλον εξομοίωσης και κάποια άλλα όχι. Στην πραγματικότητα, η μετανάστευση είναι πιο αποτελεσματική όταν το πρωτογενές αντικείμενο έχει παραχθεί με δυνατότητες μεταφοράς (portability) (D. Holdsworth & P. Wheatley, 2001).

Ο τίτλος του, αποτελεί ένα αρκτικόλεξο που σχηματίζεται από τα αρχικά των λέξεων (Creative Archiving at Michigan & Leeds: Emulating the Old on the New). Μέσα από θεωρητικές αρχές και πρακτικές εφαρμογές του, επιδίωξε να συμβάλλει στον προβληματισμό, αλλά και στην πρακτική λύση ζητημάτων που έθετε η ψηφιακή διατήρηση τεκμηρίων σε μακρά χρονική περίοδο.

Τόσο το αρκτικόλεξο του τίτλου του όσο και το λογότυπό του παραπέμπουν στην ελληνική λέξη "χαμαιλέον", το συμπαθές ερπετό που έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται στο νέο κάθε φορά περιβάλλον στο οποίο κινείται, να γίνεται ένα με αυτό και έτσι να επιβιώνει. Όμοια με το ομόηχό του ερπετό, βασική στόχευσή του είναι η "επιβίωση" των ψηφιακών τεκμηρίων στο νέο κάθε φορά τεχνολογικό περιβάλλον, όπως θα αναπτύξουμε στην εργασία μας στη συνέχεια.

Είναι ένα πρόγραμμα που υλοποιήθηκε με την συνεργασία των πανεπιστημίων του Michigan (ΗΠΑ) και Leeds (Μ. Βρετανία). Τέθηκε σε εφαρμογή τον Οκτώβριο του 1999 με προσδιοριζόμενη αρχική διάρκεια τριών ετών. Το βρετανικό του μέρος περατώθηκε το Δεκέμβριο του 2002 και το αμερικανικό το Σεπτέμβριο του 2003.

Σε θεωρητικό επίπεδο, διατυπώνει την αρχή ότι η καλύτερη πρακτική για μια στρατηγική για τη διατήρηση ψηφιακών αντικειμένων είναι η δημιουργία αντιγράφων ενός πρωτοτύπου που έχουν την δυνατότητα να μιμούνται -ή καλύτερα να εξομοιώνουν (emulate)- το πρωτότυπο. Το να παρέχεται η δυνατότητα σε ένα παλιό και ξεπερασμένο τεχνολογικά σύστημα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τα συστήματα που θα προκύψουν στο μέλλον, καθιστά δυνατή την ανάκτηση, εμφάνιση και την χρήση των ψηφιακών τεκμηρίων με το πρωτογενές λογισμικό τους. Το πλεονέκτημα αυτής της πρακτικής είναι όχι μόνο η διατήρηση της στεγνής πληροφορίας και του πνευματικού περιεχομένου του τεκμηρίου, αλλά και η δυνατότητα σύλληψης της «εικόνας και αίσθησης/εντύπωσης» (look and feel) που τα ψηφιακά αντικείμενα -ιδιαίτερα τα πολυμεσικά- ήταν και είναι ικανά να δημιουργήσουν.

### **Εξομοίωση στο CAMiLEON**

Οι αρχικοί στόχοι του CAMiLEON είχαν επίκεντρο την εξομοίωση και υπήρξαν οι κάτωθι (S. Granger, 2001):

- να εξεταστεί η δυνατότητα πραγματοποίησης της εξομοίωσης ως ψηφιακής στρατηγικής διατήρησης των ψηφιακών αντικειμένων,
- να διερευνηθούν οι τεχνικές προϋποθέσεις για την πραγματοποίησή της
- να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της εξομοίωσης στη διατήρηση της αρχικής "εικόνας και αίσθησης" του ψηφιακού αντικειμένου,
- να διερευνηθεί η συμπεριφορά των διάφορων τύπων σύνθετων ψηφιακών αντικειμένων

- να καθοριστούν οι ιδιότητες των ψηφιακών αντικειμένων που θα πρέπει να διατηρηθούν
- να μελετηθούν οι ανάγκες των χρηστών και να εξεταστεί η ικανοποίησή τους από το αποτέλεσμα της εξομοίωσης.

Η ομάδα του CAMiLEON επικέντρωσε το ενδιαφέρον της σε συγκεκριμένα ζητήματα εξομοίωσης προκειμένου να σχηματιστεί το απαιτούμενο υπόβαθρο που αργότερα θα οδηγήσει στις μακροπρόθεσμες θεωρήσεις και γενικεύσεις. Θεωρεί βασικό να διευκρινιστεί το επίπεδο αφαίρεσης του ψηφιακού αντικειμένου που θα διατηρηθεί μέσω της εξομοίωσης. Και στην επιλογή αυτού του επιπέδου δεν θα πρέπει να υπολογιστεί μόνο η φύση του ίδιου του ψηφιακού αντικειμένου ή η πολυπλοκότητα των απαιτούμενων τεχνικών διεργασιών, αλλά και ο λόγος για τον οποίο τα ψηφιακά αυτά αντικείμενα διατηρούνται, κάτι που θα καθοριστεί μέσα από τον απαραίτητο συνυπολογισμό των αναγκών των χρηστών.

Επίσης σημαντικό ρόλο θα παίζει και η ποιότητα του εξομοιωτή και η δυνατότητά του να μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά στο νέο τεχνολογικό περιβάλλον σε συνδυασμό με την επιτυχημένη απόδοση στη λειτουργία των αρχικών ψηφιακών αντικειμένων. Αυτό θα καθορίσει και το επίπεδο επένδυσης στην τεχνική αυτή. Η οικονομική αποτελεσματικότητα της εξομοίωσης ως στρατηγικής ψηφιακής διατήρησης εν μέρει θα εξαρτηθεί από τη μακροζωία του εξομοιωτή που θα δημιουργηθεί και εν μέρει από την ευκολία που αυτός θα μπορεί να επιδέχεται τις απαραίτητες αναβαθμίσεις.

### **Μελέτη χρηστών**

Στο πλαίσιο του CAMiLEON, στο Πανεπιστήμιο του Michigan, έγιναν έρευνες για τη συμπεριφορά των χρηστών απέναντι στα αποτελέσματα της εξομοίωσης. Επιχειρήθηκε να διαπιστωθεί κατά πόσο η εξομοίωση θα μπορεί όχι μόνο να επιτύχει τους στόχους της διατήρησης, αλλά και να είναι εύχρηστη από τους μελλοντικούς χρήστες. Βέβαια οι έρευνες δεν μπορεί παρά να διενεργηθούν πάνω σε σημερινούς χρήστες, αλλά με τους ίδιους όρους που θα ισχύουν ενδεχομένως και στο μέλλον και για στόχους που είναι από τώρα γνωστοί ή μπορούν να προβλεφθούν.

Ένα από τα πειράματα που έγιναν στα πλαίσια αυτά, ήταν η μελέτη της συμπεριφοράς των χρηστών στη χρήση ενός ηλεκτρονικού παιχνιδιού. Οι παίχτες κλήθηκαν να παίξουν το παιχνίδι στις τρεις εκδοχές του, την αρχική, την εξομοιωμένη και τη μεταναστευμένη. Παρατηρήθηκε η συμπεριφορά τους και συναξιολογήθηκαν οι παρατηρήσεις που οι ίδιοι έκαναν. Συλλέχθηκαν στοιχεία σχετικά με: την ικανοποίηση, την ευκολία χρήσης, την απόδοση και τις αντιληπτές διαφορές μεταξύ του αρχικού παιχνιδιού και των παιχνιδιών της εξομοίωσης και της μετανάστευσης.

Από τα συμπεράσματα της έρευνας δεν προέκυψε κάποια σημαντική διαφορά στο πόσο διαφορετικά αντιμετωπίζουν οι χρήστες το παιχνίδι μέσω της εξομοίωσης και το παιχνίδι μέσω της μετανάστευσης. Η σημαντικότερη ίσως είναι ότι στη μία περίπτωση ο χρήστης αλληλεπιδρά σε ένα ακριβές αντίγραφο του ψηφιακού αντικειμένου, ενώ στη δεύτερη σε μία μετατροπή του, αφού έχει ξαναγραφεί ο κώδικας προγράμματός του ώστε να είναι συμβατό με το τρέχον υπολογιστικό σύστημα. Τα κύρια συμπεράσματα της έρευνας ήταν τα εξής (M. Hedstrom & C. Lampe, 2001):

- η εξομοίωση δεν είναι απαραίτητως ανώτερη από τη μετανάστευση για τη διατήρηση της αρχικής "εικόνας και αίσθησης" των σύνθετων ψηφιακών αντικειμένων, η ποιότητα του μέσου εξομοίωσης και η ποσότητα των απωλειών

κατά τις επανωτές μεταναστεύσεις θα κρίνουν κυρίως τη βαρύτητα της κάθε τεχνικής

- η μελέτη των χρηστών, της συμπεριφοράς τους και των αναγκών τους, είναι εξαιρετικά αναγκαία, μπορούν να παρατηρούν στοιχεία που οι δημιουργοί των μεταναστεύσεων και των εξομοιώσεων να μην λαμβάνουν υπόψιν και να έλκονται από στοιχεία διαφορετική οπτικής, όπως για παράδειγμα να προτιμήσουν μία μεταναστευμένη εκδοχή του ψηφιακού αντικειμένου γιατί θα είναι πιο κοντά στο δικό τους τρόπο χρήσης του υπολογιστή, παρά μια εξομοιωμένη εκδοχή που θα διατηρεί τη μορφή του πρωτοτύπου, μία μορφή λιγότερο οικεία στους μελλοντικούς χρήστες. Κάτι παρόμοιο με τα παλαιά έγγραφα, όπου η μεταγραφή τους στο σημερινό μονοτονικό ορθογραφικό σύστημα συχνά είναι προτιμότερη από την αρχική γραφή τους που χρειάζεται γνώσεις παλαιογραφίας για να αναγνωστούν.

### **Εξομοίωση και Πνευματικά Δικαιώματα (ΠΔ)**

Ένα επιπλέον πρόβλημα έναντι του οποίου βρέθηκε η ομάδα του CAMiLEON ήταν το ζήτημα της διαχείρισης των πνευματικών δικαιωμάτων, όπως προέκυπτε μέσα από τη χρήση των δεδομένων και του λογισμικού μετά από την εξομοίωσή τους.. Μετά την εξομοίωση του Προγράμματος Domesday (το οποίο αναφέρεται αναλυτικά παρακάτω), το πρόβλημα απέκτησε πρακτικές διαστάσεις, οι οποίες και θα έπρεπε να επιλυθούν προκειμένου να επαναλειτουργήσει το συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Αναμφισβήτητα, μια διαδικασία διατήρησης προϋποθέτει τον προσδιορισμό των κατόχων των πνευματικών δικαιωμάτων, προκειμένου να ληφθούν οι απαραίτητες άδειες για την αντιγραφή, αλλαγή ή εξομοίωση των σχετικών δεδομένων ή λογισμικών. Με δεδομένο ότι η διαδικασία διατήρησης και εξομοίωσης θα πρέπει να πραγματοποιηθεί πολύ πριν τη λήξη της ισχύος των πνευματικών δικαιωμάτων (70 έτη από την τελευταία αλλαγή στη Βάση Δεδομένων ή στο λογισμικό), η όποια τέτοια διαδικασία δεν μπορεί να γίνει χωρίς τη ρητή τους συναίνεση. Βασική στοχοθεσία αποτελεί και η δυνατότητα επεξεργασίας των ψηφιακών αντικειμένων όπως απαιτείται από τους κανόνες της διατήρησης και εξομοίωσης, αλλά και να προστατευθούν τα δικαιώματα και η εργασία όσων δημιούργησαν το ψηφιακό έργο.

Ο προβληματισμός για τα πνευματικά δικαιώματα περιστράφηκε κυρίως γύρω από τα δικαιώματα που προέκυπταν από την εξομοίωση του Domesday. Ενώ το CAMiLEON εξομοίωσε την "εικόνα και την αίσθηση" του αρχικού Domesday, είναι εύλογο ότι περιέλαβε στην πράξη πολλά νέα στοιχεία που αντικατέστησαν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό αρχικά τμήματα του hardware και του λογισμικού. Καθώς το CAMiLEON δεν περιορίστηκε μόνο στη συντήρηση και την αρχειοθέτηση, είναι φανερό ότι θα φαινόταν να παραβιάζει πνευματικά δικαιώματα, αν δεν οριζόταν από τους κατόχους των ΠΔ ότι επιτρέπονται οι μελλοντικές τροποποιήσεις του λογισμικού, κάτω από συγκεκριμένους όρους και προϋποθέσεις (A. Charlesworth, 2002).

Αυτό παρουσιάζεται ακόμη πιο πολύπλοκο, δεδομένου ότι, παρόλες τις αλλαγές που οι διαδικασίες της εξομοίωσης θα επέφερε στο αρχικό λογισμικό, ενδεχομένως ο χρήστης θα έβλεπε την ίδια εικόνα χωρίς να μπορεί εύκολα να αντιληφθεί τις αλλαγές του λογισμικού, κάτι που δημιουργούσε επιπρόσθετο πρόβλημα στο διαχωρισμό και προστασία των ΠΔ.

Το CAMiLEON προτείνει να θεωρούνται ως απλά αντίγραφα τα αποτελέσματα της εξομοίωσης ή της μετανάστευσης, ακόμη κι αν πολλά από τα αρχικά συστατικά μεταλλάσσονται ή αντικαθιστώνται. Αυτή η θεώρηση απαλλάσσει από το σκόπελο

των ΠΔ, καθώς είναι προβλέψιμο από το νόμο η δημιουργία αντιγράφου για διατήρηση ή αρχειοθέτηση. Επίσης, θα πρέπει να υπάρξει συμφωνία με τον διαχειριστή, όπου αυτό είναι δυνατόν των ΠΔ, προκειμένου να καθοριστεί το δικαίωμα της αξιοποίησης των αποτελεσμάτων της εξομοίωσης. Και συγκεκριμένα, αν αυτό που προκύπτει θα θεωρείται ερευνητικός ή εμπορικός πόρος, με ανάλογα διαφορετικό προορισμό χρήσης και δικαιωμάτων (A. Charlesworth, 2002).

Στην περίπτωση το Domesday υπάρχει ένας εξαιρετικά μεγάλος αριθμός αυτών που θα θεωρούνταν ή είναι κάτοχοι ΠΔ. Θα μπορούσαν να αναφερθούν οι επαγγελματίες φωτογράφοι, οι συγγραφείς και εκδότες των δημοσιευμένων πηγών, οι χιλιάδες συγγραφείς των σύντομων κειμένων, το Βρετανικό Πυροβολικό για τους χάρτες που διέθεσε, το BBC που δημιούργησε τη Βάση Δεδομένων, και όσοι συνεργάστηκαν στη δημιουργία του λογισμικού αλλά και του συνδεδεμένου με αυτό hardware, καθώς, χωρίς αυτό το λογισμικό, το Domesday θα ήταν ένα συνοθύλλευμα άσχετων και ασύνδετων μεταξύ τους κειμένων και εικόνων. Πώς θα μπορούσαν σε ένα τέτοιο πολύπλοκο δημιούργημα να καθοριστούν επακριβώς τα ΠΔ κάθε δικαιούχου είναι ένα σημαντικό ζήτημα της διαδικασίας διατήρησης παρόμοιων πολυμεσικών ψηφιακών αντικειμένων.

Στο Πρόγραμμα BBC Domesday, μετά την εξομοίωσή του από την ομάδα του CAMiLEON συνέβη το εξής. Η εξομοίωση του Domesday έγινε με επιτυχία, αλλά δεν δίνεται το δικαίωμα το αποτέλεσμα να παρουσιαστεί στο ευρύ κοινό, τουλάχιστον μέχρι να επιλυθούν τα ζητήματα με τη χρήση των ΠΔ. Μόνο οι παλιοί αγοραστές του Domesday θα μπορούν να χρησιμοποιούν όπως πρώτα τη σχετική Βάση Δεδομένων. Το CAMiLEON έδειξε ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον να εξετάσει και να προσπαθήσει να επιλύσει τα ζητήματα των πνευματικών δικαιωμάτων, καθώς η επιτυχία της εξομοίωσης δεν εξαρτάται μόνο από τεχνικές, τεχνολογικές ή οικονομικές συνιστώσες, αλλά και από άλλες, ανάμεσα στις οποίες και η χρήση του εξομοιούμενου πληροφοριακού υλικού και του λογισμικού (A. Charlesworth, 2002).

### **CAMiLEON και το πρόγραμμα "BBC Domesday"**

Στα 1986, με την ευκαιρία τους εορτασμού των 900 χρόνων από τη δημιουργία του Domesday Book του Γουλιέλμου του Κατακτητή, η Μονάδα Διαδραστικών Μέσων (Interactive Unit) του BBC αποφάσισε να δημιουργήσει ένα εκπαιδευτικό πολυμέσο που θα απεικονίζει τη ζωή στη Βρετανία των μέσων της δεκαετίας του 1980 (What is BBC Domesday?, 2004). Με 2 εκ. λίρες χρηματοδότηση και 60 μέλη ως προσωπικό κινητοποιήθηκαν μαθητές από τα μισά σχεδόν σχολεία της Μ. Βρετανίας, και συγκεκριμένα περίπου 1 εκ. παιδιά από 14.000 σχολεία, για να βοηθήσουν στη δημιουργία του περιεχομένου. Οι μαθητές ανέλαβαν να παρουσιάσουν τη χρήση της γης στην περιοχή που τους ανατέθηκε, να μετρήσουν τον αριθμό των γιατρών, τα ταχυδρομικά γραφεία, κτλ. και να γράψουν άρθρα για τους ανθρώπους και τα κτήρια του οικοδομικού τετραγώνου τους. (What is BBC Domesday?, 2004). Τα δεδομένα που συμπεριλήφθηκαν στη Βάση Δεδομένων του Domesday ήταν:

- τα κείμενα των συμμετεχόντων και πρωτίστως των νεαρών μαθητών
- φωτογραφικές συλλογές, άλλες επαγγελματικές και άλλες που επιλέχθηκαν μέσα από σχετικό διαγωνισμό
- σχετικά κείμενα από δημοσιευμένες πηγές, όπως εφημερίδες, περιοδικά, κτλ
- τηλεοπτικές μεταδόσεις ειδήσεων και αθλητικών γεγονότων της περιόδου 1980-1986
- χάρτες που παραχωρήθηκαν από την Υπηρεσία του Βρετανικού Πυροβολικού

### **Η τεχνική που ακολουθήθηκε**

Αρχικά, η ομάδα του CAMiLEON πήρε την άδεια να χρησιμοποιήσει έναν υπολογιστή που βρίσκονταν στο τμήμα Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Leeds, ο οποίος μπορούσε να τρέξει το Domesday καθώς ήταν ένας από τους λίγους που είχαν απομείνει από το πρόγραμμα αυτό. Ο υπολογιστής ήταν σε κατάσταση ημι-λειτουργίας και καταβλήθηκαν μεγάλες προσπάθειες για την επαναλειτουργία του, καθώς τα υλικά του στοιχεία δεν μπορούσαν να αντικατασταθούν (P. Mellor, 2003 ). Μία από τις πρώτες κινήσεις ήταν να μεταφερθούν τα δεδομένα από τους δίσκους των 12" σε σύγχρονο υλικό. Συνολικά μεταφέρθηκαν 70GB από δεδομένα εικόνων.

Αφού διασώθηκαν τα δεδομένα, ως στοιχεία, το δεύτερο και σημαντικό βήμα ήταν να εξομοιωθεί η λειτουργία του Domesday, ώστε να λειτουργήσει, όπως λειτουργούσε και όταν δημιουργήθηκε. Χρησιμοποιήθηκε ένας εξομοιωτής ανοιχτού κώδικα, ο BeerEm, ως βάση για το λογισμικό (P. Mellor, 2003 ).

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της εξομοίωσης ήταν ότι το λογισμικό του Domesday ήταν στενά συνδεδεμένο με το hardware που λειτουργούσε το συγκεκριμένο πρόγραμμα. Θα έπρεπε λοιπόν να επιτευχθεί η εξομοίωση της λειτουργίας του λογισμικού με την εξομοίωση των διαδρομών προς τα hardware που το σύστημα παρέπεμπε. Θα έπρεπε η εξομοίωση να επιτευχθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην εξαρτάται από κάποιο συγκεκριμένο hardware, ούτε από κάποια συγκεκριμένη λειτουργική πλατφόρμα (λειτουργικό σύστημα υπολογιστή), ώστε εύκολα να μπορεί να λειτουργήσει στο μέλλον σε οποιονδήποτε υπολογιστή και σε οποιονδήποτε λειτουργικό περιβάλλον.

Η χαμηλή χρηματοδότηση όμως και η διάθεση περιορισμένου χρονικού περιθωρίου, οδήγησε στην χρήση ενός εξομοιωτή που βασιζόταν στα Windows, κάτι έξω από την αρχική σκέψη της ομάδας του CAMiLEON, για εξομοιωτή ανεξάρτητης πλατφόρμας, γεγονός που θα επιχειρούνταν αργότερα. Η εξομοίωση του Domesday επιτεύχθηκε με πολύ καλά αποτελέσματα και όσοι διέθεταν ακόμη τα CDs από το πρόγραμμα αυτό μπορούσαν να τα λειτουργήσουν όπως στην εποχή τους.

### **Ανάπτυξη εργαλείων διατήρησης**

Το CAMiLEON έδωσε μεγάλη σπουδαιότητα στο να αναπτυχθούν εργαλεία που να βοηθήσουν στη διατήρηση και τη μακροζωία των ψηφιακών αντικειμένων, λογισμικού και δεδομένων. Τα εργαλεία αυτά θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τους ότι είναι άγνωστη η μορφή που θα έχουν οι υπολογιστές στο μέλλον, η αρχιτεκτονική τους και το λειτουργικό σύστημά τους. Θα πρέπει λοιπόν να δίνεται η δυνατότητα να λειτουργούν τα ψηφιακά τεκμήρια σε οποιονδήποτε ψηφιακό περιβάλλον στο μέλλον.

Προτείνεται η χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C, η οποία είναι μία αρκετά εύχρηστη και απλή γλώσσα. Συντάσσεται καλά και η χρήση της είναι δυνατή σχεδόν σε κάθε λειτουργική πλατφόρμα. Λόγω της δημοτικότητας της γλώσσας αυτής, είναι πιθανόν να χρησιμοποιείται για πολύ διάστημα στο μέλλον. Αλλά, επιπλέον, εύκολα θα μπορεί να μετατραπεί σε κάτι νέο ό,τι έχει ραφτεί σ' αυτή, εξαιτίας της τωρινής ευρείας χρήσης της (D. Holdsworth, 2001). Η ομάδα του CAMiLEON παρουσιάζει μια μέθοδο χρήσης της C, και μάλιστα ενός υποσυνόλου αυτής της γλώσσας το οποίο ονομάζουν C--, η οποία αφαιρεί, όπως υποστηρίζεται, ορισμένες μη δόκιμες πλευρές της C.

Βασικό στοιχείο είναι να σχηματιστεί ο εξομοιωτής με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να επιβιώσει για το μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα και να μπορεί να αναβαθμίζεται. Προτείνονται διάφορες στρατηγικές για τον πηγαίο κώδικα που θα του εξασφαλίσει χρονική διάρκεια (D. Holdsworth, 2001):



- Ο κώδικας του εξομοιωτή πρέπει να παραχθεί με την χρήση πρότυπων τεχνικών δημιουργίας λογισμικού. Αυτές συμπεριλαμβάνουν την χρήση καλής δομής κώδικα, άφθονου πληροφοριακού υλικού που τον αφορά, και καλή τεκμηρίωση.
- Ο κώδικας του εξομοιωτή πρέπει να είναι γραμμένος σε ένα υποσύνολο της C, ένα υποσύνολο που θα επιλεγεί με σκοπό την εξασφάλιση ότι μόνο εκείνες οι πτυχές της σημασιολογίας της γλώσσας είναι πιθανόν να χρησιμοποιούνται στις μελλοντικές γλώσσες προγραμματισμού.
- Οι περισσότεροι εξομοιωτές είναι πιθανό να ενσωματώσουν τουλάχιστον κάποιον μη-τυποποιημένο κώδικα (για παράδειγμα για την απόδοση της εξομοιωμένης εμφάνισης που δίνει η μηχανή). Όλοι οι μη-τυποποιημένοι κώδικες πρέπει να διαμορφωθούν και να τεκμηριωθούν καλά.

Το CAMiLEON δεν περιορίστηκε έτσι στη θεωρητική προσέγγιση των τεχνικών της εξομοίωσης και της μετανάστευσης, ούτε εφάρμοσε τις αρχές του σε ορισμένες περιπτώσεις χωρίς συνέχεια, αλλά ερεύνησε πρακτικά τον τρόπο εξομοίωσης και προσέφερε σημαντικό μέρος των ερευνών του και των τεχνικών κατακτήσεών του προς ανοικτή χρήση από όσους ενδιαφέρονται για τα ζητήματα της μακρόχρονης διατήρησης των ψηφιακών αντικειμένων.

### Βιβλιογραφία

1. CAMiLEON, (<http://www.si.umich.edu/CAMILEON/>), [πρόσβαση 18-9-2004]
2. Charlesworth, Andrew. *Legal issues arising from the work aiming to preserve elements of the interactive multimedia work entitled "The BBC Domesday"*, 2002, (<http://www.si.umich.edu/CAMILEON/reports/IPRreport.doc>) [πρόσβαση 19-9-2004]
3. Granger, Stewart. *Digital Preservation & Emulation: from theory to practice*, (Sept. 2001), (<http://dSPACE.dial.pipex.com/stewartg/sgichim.htm>), [πρόσβαση 20-9-2004]
4. Granger, Stewart. Emulation as a Digital Preservation Strategy, *D-Lib Magazine*, Vol. 6, no. 10 (Oct. 2000), (<http://www.dlib.org/dlib/october00/granger/10granger.html>), [πρόσβαση 20-9-2004]
5. Hedstrom, Margaret & Clifford Lampe. Emulation vs. Migration: Do Users Care?, *RLG DigiNews*, vol. 5, no. 6 (Dec. 2001) (<http://www.rlg.org/preserv/diginews/diginews5-6.html#feature1>) [πρόσβαση 19-9-2004]
6. Holdsworth, David & Paul Wheatley. Emulation, preservation and abstraction, *RLG DigiNews*, vol. 5, no. 4 (Aug. 2001), (<http://www.rlg.org/preserv/diginews/diginews5-4.html#feature2>), [πρόσβαση 14-9-2004]
7. Holdsworth, David. C-ing ahead for digital longevity (Aug. 2001), (<http://www.si.umich.edu/CAMILEON/reports/cingahd.html>), [πρόσβαση 13-9-2004]
8. Mellor, Phil, CAMiLEON: Emulation and BBC Domesday, *RLG DigiNews*, vol. 7, no. 2 (Apr. 2003) ([http://www.rlg.org/preserv/diginews/v7\\_n2\\_feature3.html](http://www.rlg.org/preserv/diginews/v7_n2_feature3.html)), [πρόσβαση 17-9-2004]
9. Mellor, Phil, Paul Wheatley, & Derek Sergeant. Migration on Request: a practical technique for digital preservation, *ECDL* (2002), (<http://www.si.umich.edu/CAMILEON/reports/migreq.pdf>), [πρόσβαση 16-9-2004]

10. What is BBC Domesday?, (<http://www.si.umich.edu/CAMILEON/domesday/domesday.html>), [πρόσβαση 9-9-2004]
11. Wheatley, Paul. Migration: a CAMiLEON discussion paper, *Ariadne*, Issue 29 (Oct. 2001), (<http://www.ariadne.ac.uk/issue29/camileon/intro.html>) [πρόσβαση 19-9-2004]